



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Tiradores de precisión en terreno nevado y condiciones  
de frío extremo

Autor/es

Caballero Alférez Cadete D. Jaime Fernández Mora

Director/es

D. Joaquín Sancho Val  
Teniente D. Antonio Castel Paules

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
Año 2016

# Índice

1	Antecedentes históricos .....	4
2	Conceptos y definiciones .....	6
2.1	Definición de condiciones de frío extremo.....	6
2.2	Definición de terreno nevado .....	6
2.3	Orgánica e instrucción de los tiradores en unidades de montaña. ....	7
2.4	Dificultades asociadas al tiro de precisión en terreno nevado y condiciones de frío extremo.....	7
3	Alcance del trabajo .....	8
4	Objetivos del trabajo .....	8
5	Metodología .....	9
5.1	Descripción de la unidad: Regimiento de Cazadores de Montaña “Arapiles” 62 .....	9
5.2	Estudio de la instrucción y adiestramiento de los tiradores de precisión del BCZM III/62 .....	10
5.3	Estudio de los elementos físicos.....	11
5.3.1	Altura de densidad.....	12
5.3.2	Efectos de la altitud a la bala.....	13
5.3.3	Efectos de la luz en el tiro. ....	14
5.3.4	Cañón Frío – Cold Bore (CB) .....	15
5.4	Experimento con condiciones extremas en simulador de Accuracy .....	15
5.5	Influencia de los materiales .....	17
5.5.1	El cuerpo humano en condiciones extremas de frío.....	17
5.5.2	Ropa de abrigo/ térmica y aislante. ....	18
5.5.3	Fusil de precisión, mira telescópica y supresor.....	19
5.5.4	Enmascaramiento .....	20
6	Conclusiones .....	21
7	Líneas futuras y recomendaciones. ....	22
8	Bibliografía .....	24
8.1	Libros y manuales consultados.....	24
8.2	Artículos y NOPs consultadas .....	24
8.3	Páginas web consultadas .....	24
9	Anexos .....	25
9.1	Anexo A. Abreviaturas, acrónimos y siglas. ....	25
9.2	Anexo B. Efecto Windchill .....	26
9.3	Anexo C. Requisitos para ser tirador de precisión en un BCZM. ....	27

9.4	Anexo D Tareas a completar en cada fase de instrucción. ....	29
9.5	Anexo E. Experimento en condiciones de frio extremo con Accuracy AW. ....	33
9.6	Anexo F. Cuestionario para tiradores de precisión de la JTM. Resultados. ....	34

## **Resumen**

Como en todas las unidades del Ejército de Tierra, la Jefatura de Tropas de Montaña cuenta con tiradores de precisión en sus unidades. Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se centra en el estudio de los factores tanto físicos y atmosféricos como humanos que afectan a la precisión de un disparo en condiciones de frío extremo y en terreno nevado. De esta forma se conocen las vicisitudes necesarias para poder corregir los errores. Además, se analizan todos los aspectos que difieren del empleo de tiradores en estas condiciones con tiradores en condiciones normales. Secundariamente, se analizan los materiales utilizados por los tiradores en montaña y se proponen mejoras que ayudarían a aumentar la operatividad de estas unidades. Este TFG ofrece un consistente apoyo para un Batallón de Cazadores de Montaña en lo que a instrucción de tiradores de precisión se refiere.

## **Abstract**

As in all units in the Army, the Mountain Troops Headquarters has sniper teams in their units. This Final Grade Work focuses on the study of how physical, atmospheric and human factors affect the accuracy of a shot in extreme cold and snowy terrain. Thus needed vicissitudes are known in order to correct the mistakes. In addition, all aspects that the use of snipers in the above mentioned conditions differ from snipers in normal conditions are analysed. Secondly, the materials used by snipers are analysed and improvements that assist an increase of the operability of these units are proposed. This Final Grade Work provides huge support for Mountain Battalion related to sniper teams training.

**Palabras clave:** Frío extremo; Disparo; Tiradores; Agentes atmosférico; Temperatura; Instrucción; Montaña; Precisión

# 1 Antecedentes históricos

Para muchos militares expertos en táctica, el combate en montaña es algo que está próximo a desaparecer, asegurando por lo tanto que las unidades de montaña se han quedado obsoletas y sin ninguna misión especial que sustente su existencia. Sin embargo, en los conflictos actuales, las zonas montañosas han sido en numerosas ocasiones puntos clave en el éxito de las misiones donde los conflictos tienen un carácter asimétrico, en los que el enemigo trata de atraer a las unidades militares a terrenos complejos con condiciones adversas.

La inestabilidad política de muchos puntos del planeta, ha derivado en ocasiones en terrorismo en masa manifestándose en zonas montañosas como: Fronteras con la Unión Europea (Balcanes, Cárpatos ucranianos, Bielorrusia, Transilvania, Moldavia), África (Marruecos y Sur de Argelia, Darfour o Tibesti), Asia central (Afganistán, Turkmenistán), Medio Oriente (Líbano, frontera sirio-israelí, Kurdistán iraquí, Irán), Cáucaso (Georgia, Nagorno-Karabaj, Chechenia), Extremo Oriente (frontera entre las dos Coreas), Asia del sur (Cachemira indo-paquistaní, frontera indo-china), América latina (países andinos)<sup>1</sup>.

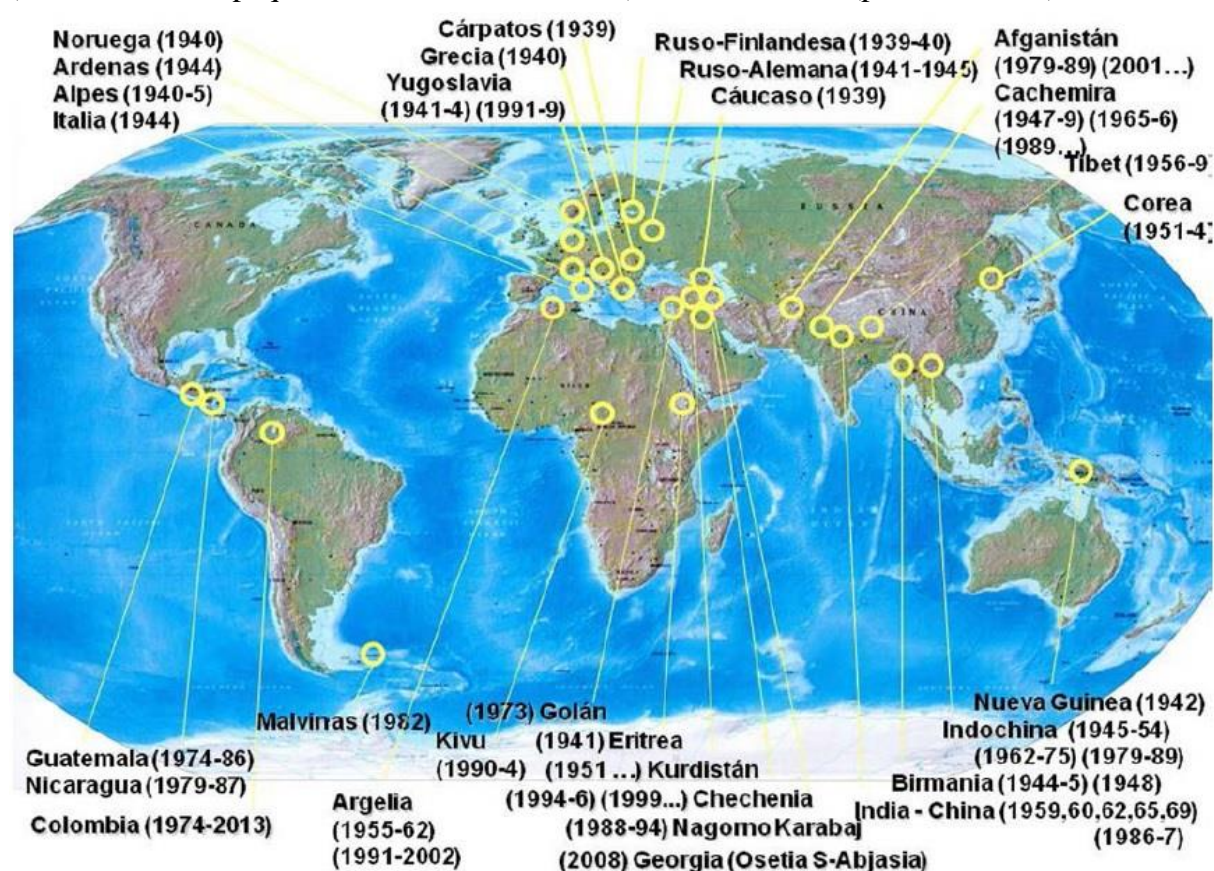


Imagen 1. Conflictos mundiales en entornos montañosos y zonas frías

Las alianzas y compromisos internacionales en los que España está involucrada a día de hoy, pueden exigir que tropas españolas se desplieguen en Teatros de Operaciones (TO) con condiciones de frío extremo, y para ello son necesarios tanto unos conocimientos técnicos como una serie de procedimientos, puesto que el frío intenso puede convertirse en el mayor enemigo de un combatiente.

Un elemento fundamental en la maniobra de las pequeñas unidades en montaña son los Equipos de Tiradores de Precisión (ETP), los cuales tienen que disponer de una buena

<sup>1</sup> PD4-009. Combate en montaña y zonas de clima frío. Apartado 1.3

condición física y mental, además de un equilibrio emocional que les permita cumplir con su misión<sup>2</sup>.

En montaña, al tratarse de terreno de extrema dureza y condiciones de frío, estas premisas de los tiradores deben llevarse al extremo. La instrucción de estos equipos en montaña tiene que ser incluso más específica que en otras unidades ya que las condiciones de frío extremo o el hecho de combatir en terrenos nevados tiene unas peculiaridades y dificultades añadidas diferentes. Las misiones que cumplen esos ETP son del todo imprescindibles, puesto que a diferencia de otras unidades, las unidades de montaña se mueven por un terreno muy compartimentado, esto quiere decir que la única forma que el mando tiene de saber cuál es el entorno que le rodea es destacando observadores capaces de auto protegerse, que puedan observar a mayores distancia que un soldado regular, combata al acecho y aislado, y que por supuesto puedan hacer blanco selectivo y preciso a largas distancias; esto es por definición un tirador de precisión<sup>3</sup>.

Diversos son los casos en los que tiradores de precisión han hecho uso de sus fusiles en una guerra u otra, pero el más letal de la historia fue sin lugar a dudas un tirador finlandés que casualmente combatió en condiciones exactas a las que se centra este TFG. El tirador al que se hace referencia no es más que Simö Hayha, quien midiendo apenas 1,60 m de altura, llegó



**Imagen 2. Simö Hayha**



**Imagen 3. Suomi M-31 y M/28 sin mira telescópica**

a ser un verdadero quebradero de cabeza para los soldados soviéticos durante la Guerra de Invierno que tuvo lugar poco después del comienzo de la Segunda Guerra Mundial. Este tirador se convirtió en leyenda con el sobrenombre de “La Muerte Blanca”, apodo que le fue otorgado por los aterrorizados soldados del Ejército Rojo. La invasión soviética en Finlandia se produjo a finales de noviembre de 1939 cuando las temperaturas oscilaban entre -20 y -40° C. Simö utilizó el fusil M/28, con el que eliminó a aproximadamente 505 soldados soviéticos oficialmente, y como arma secundaria un Suomi M-31 SMG con el que abatió a otros 200<sup>4</sup>.

Simö era delgado, calmado y con templanza, se diferenciaba del resto de tiradores por técnicas como usar la mira de acero del propio fusil en vez de una telescópica, ya que decía que por los brillos que éstas producían se delataba su posición. Los objetivos a los que hacía fuego estaban debidamente seleccionados tras observarlos y determinar que se trataban de altos mandos soviéticos. Compactaba la nieve que quedaba delante de su posición de tiro con el objetivo de evitar que ésta se levantara cuando disparase. Y además introducía nieve en su boca para que el vaho de la respiración no le delatara. Estas técnicas, junto con su ingenio y su puntería posibilitaron que incluso los tiradores rusos especializados en cazar a otros

<sup>2</sup> NOP 316/14. Jefatura de tropas de montaña. Tiradores de precisión

<sup>3</sup> Memorial de Infantería N° 71, Pág. 46.

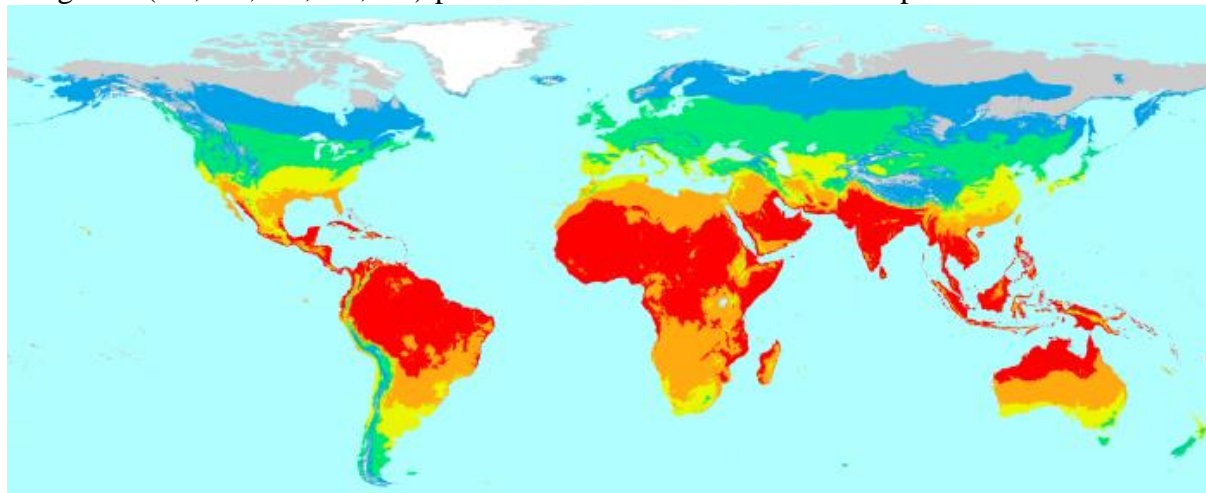
<sup>4</sup> [http://www.kevos4.com/Simo\\_Hayha.htm](http://www.kevos4.com/Simo_Hayha.htm) (Visitada 20-DIC-2015)

tiradores cayeran abatidos por el que es, hasta la fecha, considerado el mejor francotirador de la historia<sup>5</sup> o al menos el que más muertes ha producido.

## **2 Conceptos y definiciones**

### **2.1 Definición de condiciones de frío extremo**

En primer lugar es necesario establecer lo que se consideran condiciones de frío extremo. El AECTP-200<sup>6</sup> (Allied Environmental Conditions and Test Publications), establece cinco categorías (C0, C1, C2, C3, C4) para clasificar las zonas de frío del planeta. Frío extremo se



**Imagen 2. Zonas térmicas del planeta**

considera las zonas recogidas en C4, que engloba las zonas más frías de Groenlandia y Siberia, cuyas temperaturas pueden alcanzar hasta  $-57^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, las unidades de montaña no se preparan para estas condiciones tan extremas sino que el material, preparación e instrucción se orienta para actuar en<sup>7</sup> el Flanco Norte de la Alianza, alturas de los macizos montañosos alpinos, así como en otros territorios de la Alianza y zonas con categoría C2 del resto del planeta. En estas zonas con temperaturas constantes extremadamente bajas y escasa humedad pueden llegar a darse situaciones en las que las temperaturas se encuentren entre  $-37$  y  $-46^{\circ}\text{C}$ . Pero no sólo hay que tener en cuenta la temperatura como efecto fundamental, ya que el viento provoca que la sensación térmica sea mucho menor de lo que realmente es, debido al conocido efecto Windchill<sup>8</sup> (ver tabla de equivalencias en el anexo A). Además, las superficies cuentan con una abundante capa de nieve permanente que dificulta notablemente la vida y movimientos de las unidades.

### **2.2 Definición de terreno nevado**

No es difícil comprender qué quiere decir terreno nevado. Simplemente se trata de superficie terrestre donde se acumula vapor de agua de la atmósfera condensado en cristales de hielo cuando se enfría lo suficiente. Este hecho deja diferentes granos de nieve: nieve fresca, escarcha, nieve granulada, partículas reconocibles, placas de viento, granos finos, granos redondos, cubiletes o costras de rehielo. Es importante saber en qué tipo de nieve se realiza el

<sup>5</sup> <http://www.asesinos-en-serie.com/simo-hayha-la-muerte-blanca/> (Visitada el 6-MAR- 2015)

<sup>6</sup> AECTP-200. <https://sites.google.com/a/eqtp.net/www/standards/aectp> (Visitada el 23- OCT-2015)

<sup>7</sup> NOP JTM 300-10: "Concepto de empleo de la Jefatura de Tropas de Montaña". Enero 2010.

<sup>8</sup> <http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/montana/SensacionTermicaPorFrio-Calor-AEMET.pdf> (Visitada 02-01-2016)



trabajo ya que cada una de ellas tienen unas características y propiedades físicas diferentes. Por ello se añade otra dificultad a la hora de realizar un disparo en terreno nevado; pues dependiendo del tipo de nieve reflejará o reflectará mayor cantidad de luz. Del mismo modo puede variar su temperatura y por lo tanto también la ambiente. Además, una de las propiedades físicas más importantes para la seguridad es el grado de rozamiento entre los cristales que la conforman. Según como sea la nieve permanecerá en equilibrio en pendientes de diferentes ángulos o, por el contrario, las vibraciones que se producen con el disparo provocarán un alud.

### 2.3 Orgánica e instrucción de los tiradores en unidades de montaña.

Con motivo de las prácticas externas, el alumno pudo conocer a fondo el BCZM III/62 (y más concretamente la 1ª Compañía de Cazadores) sobre el cuál se hará el estudio de los tiradores de precisión. Orgánicamente, en el ejército los tiradores se suelen encuadrar de la siguiente forma: por cada compañía se dispone de un ETP dotados con un fusil de precisión Barrett de calibre 12,70 con capacidad para atravesar blindajes de vehículos de transporte de personal o destruir objetivos de alto valor a mayores distancias. Y cada sección dispone de un ETP con



**Imagen 3. Accuracy AW .308**

un fusil de precisión Accuracy calibre 7,62 cuyo uso suele estar encaminado a la eliminación de personal a descubierto o vehículos sin blindaje. En la JTM (Jefatura de Tropas de Montaña) esta orgánica varía ligeramente ya que existe un pelotón al cargo de un suboficial el cual tiene dependencia directa del Jefe de la Compañía. Con respecto a la instrucción el Jefe de BCZM designa un cuadro de mando (Teniente generalmente) como Jefe de Tiradores de Precisión, el cual organiza y dirige la instrucción de los ETP dando las premisas oportunas a los respectivos Instructores de Tiradores de cada compañía<sup>9</sup>.

### 2.4 Dificultades asociadas al tiro de precisión en terreno nevado y condiciones de frío extremo.

Al tratarse de ambientes extremos numerosas son las dificultades que se encuentran para una eficaz ejecución técnica del tiro.

Por un lado el mantenimiento del equipo es más delicado por los cambios bruscos de temperatura, pudiendo provocarse el empañamiento de los medios de visión y en ciertas ocasiones una vida útil del cañón menor de la deseada. Esto se debe a que el cañón antes de efectuar un disparo se encuentra a la temperatura ambiente, que pudiera ser por ejemplo -20º C, y tras el disparo en cuestión de centésimas de segundos la explosión de la pólvora que

---

<sup>9</sup> NOP 316/14. Jefatura de Tropas de Montaña. Tiradores de precisión.

impulsa el proyectil calienta el cañón por encima de los 100° C. También las temperaturas extremas obligan al uso de lubricantes especiales para que no se congelen partes fundamentales para el funcionamiento del fusil.

Con respecto al tirador de precisión, éste deberá ir bien protegido del frío, pues las bajas temperaturas pueden provocar tensiones y movimientos involuntarios en el cuerpo incompatibles con un tiro de precisión. La gran visibilidad que se tiene en terrenos nevados tiene un doble filo, por un lado ayuda a la localización de objetivos ya que el contraste de cualquier objeto que no sea blanco es muy alto, sin embargo la luminosidad puede provocar deslumbramientos haciéndose necesario el uso de filtros de luz.

Para la ejecución del tiro también se encuentran otra serie de dificultades. Por una parte la evidente diferencia de alturas entre los orígenes de fuego y puntos de impacto, y por otra el fuerte viento, principalmente racheado y de comportamiento irregular, provoca la desviación de los proyectiles. Además, siempre que se pueda el ataque se producirá en la dirección del viento para que la localización de las tropas propias se vea dificultada<sup>10</sup>.

### **3 Alcance del trabajo**

Una vez introducidos todos los factores que afectan al tiro de precisión y la importancia de cada uno de ellos, el Trabajo de Fin de Grado (TFG) se centra en el estudio del tiro de precisión en los escenarios donde más probablemente despliegue una compañía de cazadores de montaña, es decir, en condiciones donde muy probablemente exista nieve y las temperaturas oscilen entre los -30° C y -40° C, o que al menos esa sea la sensación térmica.

Como ya se ha dicho anteriormente, en el Ejército de Tierra existe en dotación dos tipos de fusil de precisión: el Barret y el Accuracy. Por la amplitud que supondría el estudio de ambos fusiles, sus útiles de mantenimiento, sus características y por ser el más idóneo para combatir en ambientes de frío extremo, este trabajo se centra únicamente en el fusil de precisión Accuracy International AW .308.

Actualmente en unidades donde el personal es suficiente, se está implementando los ETP compuestos por trinomios (tres personas). Esta idea puede resultar eficiente, pero por la escasez de personal veterano en las unidades de montaña, este trabajo se centrara en el estudio del clásico binomio de tiradores de precisión.

Debido a la especificidad de lo estudiado, la aplicación de este trabajo es únicamente para tiradores que se encuentren combatiendo en condiciones donde el frío descrito anteriormente pueda afectar a la precisión de sus disparos. Por la orgánica que existe actualmente en el Ejército de Tierra, generalmente estos tiradores serán componentes de ETP pertenecientes a unidades de montaña. Para ser más precisos, serán aquellos tiradores que con su Accuracy cumplan misiones que el capitán de una compañía de cazadores de montaña les dé directamente o bien estén bajo las órdenes de un teniente y encuadrados en su sección. Aunque también es de aplicación, a tiradores de los Equipos de Operaciones Especiales que cumplan alguna misión en las condiciones en las que este TFG se centra.

### **4 Objetivos del trabajo**

En este TFG se han marcado una serie de objetivos para los cuales son necesarias unas actividades o tareas a realizar. Los objetivos que se pretenden abordar son:

---

<sup>10</sup> Mando de Adiestramiento y Doctrina. PD4-009. Combate en montaña y zonas de clima frío.



- El estudio de los tiradores de precisión en condiciones propias de montaña, así como de todo el material necesario específico adicional que se necesita para cumplir la misión en estas condiciones.
- Definir el estado del arte sobre cómo afectan los diferentes aspectos físicos y atmosféricos al tiro en el aspecto científico/ balístico, centrándose en balística exterior.

Una vez realizado este trabajo, y estudiadas las dificultades que un tirador de precisión encuentra en la realización de un tiro de precisión, se propondrán materiales, métodos o mejoras para aumentar la operatividad de los tiradores del BCZM III/62 (extrapolable a los tiradores de toda la JTM) como aportación del alumno a la materia estudiada.

## **5 Metodología**

La metodología que se ha aplicado para la elaboración de este TFG, se estructura básicamente en tres etapas bien diferenciadas.

1. En una primera etapa se define el título del TFG, los objetivos y alcances del mismo, así como la estructuración e índice del mismo; debidamente aconsejado por los directores tanto académico como militar del TFG.
2. En una segunda etapa se recopila toda la información necesaria para la elaboración del TFG:
  - a. Consulta de artículos relacionados con el tiro de precisión.
  - b. Consulta de manuales tanto de unidades de montaña como de tiradores de precisión.
  - c. Realización de encuestas a personal perteneciente a ETP's y experiencias contadas por los miembros de la unidad.
  - d. Realización de un experimento con el simulador del fusil Accuracy.
3. La última fase corresponde a la fusión e interpretación de los conocimientos adquiridos, muchos de ellos muy específicos en la materia que se trata. Posteriormente se redactan todas las vicisitudes que hay que tener en cuenta a la hora de realizar un disparo en condiciones de frío extremo y en terreno nevado.

En todas las fases descritas se han mantenido comunicaciones activas con el Director Militar y con el Director Académico, resolviendo las dudas oportunas y corrigiendo errores. La forma más habitual de paso de información era mediante la elaboración de borradores, su envío al Director Académico y la toma de medidas oportunas en lo que al TFG se refiere.

### **5.1 Descripción de la unidad: Regimiento de Cazadores de Montaña “Arapiles” 62**

Para la recopilación de información relativa al TFG y su posterior realización se ha contado con la ayuda del RCZM “Arapiles” 62, perteneciente a la Jefatura de Tropas de Montaña que a su vez depende de las Fuerzas Ligeras (FUL) del Ejército de Tierra. El RCZM 62 actualmente cuenta con dos BCZM, uno de ellos el BCZM IV/62 ubicado en el Acuartelamiento el Bruch, en Barcelona, y el otro el BCZM III/62 ubicado junto con la Plana Mayor del Regimiento en el Acuartelamiento General Álvarez de Castro, en San Clemente Sasebas. Aunque con la entrada en vigor de la nueva organización del Ejército de Tierra, esta orgánica quedara completamente obsoleta.

En el momento de las prácticas externas del alumno, el BCZM “Badajoz” III/62 se encontraba activo al mando del Teniente Coronel D. Ángel Cerezuela Maeso. Su instrucción y adiestramiento es constante tanto en la especialidad de montaña como en la propia de un Batallón de Infantería Ligera. Orgánicamente el BCZM III/62 cuenta con una Plana Mayor de Mando (PLMM), dos compañías de cazadores de montaña, una compañía de servicios y una compañía de mando y apoyo.

En lo relativo a la formación militar, tanto técnica como tácticamente, de montaña se distinguen dos categorías; los oficiales y suboficiales que tras realizar el Curso Superior de Montaña de 10 meses de duración obtienen la mayor cualificación en lo relativo a Instrucción Técnica de Montaña (ITM), y por otro lado, la tropa que cuenta con tres niveles de formación: Cazador de montaña (CZ), Esquiador-Escalador (EE) y Guía de montaña (GM). El CZ tiene una preparación básica en vida y movimiento invernal y estival, supervivencia y primeros auxilios para garantizar su empleo en condiciones de montaña. El EE tiene las capacidades del cazador, pero además sus aptitudes posibilitan el empleo táctico en montaña invernal y estival. El último nivel, el GM, es la especialización máxima, siendo ésta la preparación para la vida, movimiento, primeros auxilios y supervivencia en montaña invernal y estival, así como el empleo prolongado en condiciones extremas, apoyo al movimiento de otras unidades y rescate/evacuación del personal<sup>11</sup>. Para poder ser tirador de precisión del BCZM es requisito tener mínimo el nivel Cazador de montaña. En el anexo B pueden verse los requisitos.

## 5.2 Estudio de la instrucción y adiestramiento de los tiradores de precisión del BCZM III/62

Anualmente Fuerzas Ligeras (FUL) desarrolla unas jornadas de tiradores de precisión en las que el personal del BCZM participa. En estas jornadas se ponen en común los conocimientos adquiridos por cada una de las unidades participantes. Es un hito importante en la instrucción de los tiradores.

Para realizar las actividades de instrucción de tiro se dispone de simuladores de tiro de precisión, con posibilidad de simular tiro en movimiento. Estos medios deben ser utilizados con profusión para contrarrestar la posible carencia de munición o la falta de campos adecuados para realizar la instrucción de los tiradores. En cualquier caso se deben utilizar bajo la premisa de que, de ninguna manera, pueden sustituir a los ejercicios de fuego real. El Campo de Maniobras y Tiro (CMT) Álvarez de Castro ofrece la posibilidad de realizar fuego a mayores distancias que otros campos de tiro de la JTM. Llegando a poder hacer fuego hasta 1100 m de distancia.

Los componentes de un equipo de tiradores de precisión deben estar igualmente entrenados y cualificados para el cumplimiento de la misión, de modo que cualquiera de ellos pueda ejercer como tirador o como observador. La instrucción de los equipos se debe hacer tan real como sea posible para conseguir cumplir la máxima de “entrena como combates y combate como entrenaste” (*train as you fight and fight as you trained*)<sup>12</sup>. Basándose en esta máxima, y con la experiencia en zona de los BCZM I y II, está demostrado que la mejor manera de empleo e instrucción de los equipos es reunidos en una unidad tipo pelotón por Compañía, al mando de un suboficial, el cual tendrá dependencia directa del jefe de dicha Compañía, en las Compañías de CZM/EE, y del jefe de BCZM a través de su tercera sección, en el caso de los equipos de la Compañía de mando y apoyo. Está demostrado, por los antes citados BCZM, que esta manera de empleo e instrucción de los equipos da mejores resultados que la anterior, la instrucción y empleo según plantilla orgánica.

Con respecto a la formación de los tiradores, esta se estructura en 3 fases, en las cuales adquirirán unas cualidades que les capaciten para el cumplimiento de su misión.

---

<sup>11</sup> Fernández Mora, Sergio (2014). Gestión del riesgo de una Compañía de Montaña frente a un alud.

<sup>12</sup> Frase muy comúnmente usada en el ámbito militares en todo el mundo, parece ser que su origen está en el antiguo imperio romano, en cómo afrontaban los gladiadores sus luchas.

<b>FASE</b>	<b>DURACION</b>	<b>OBJETIVO</b>
I	1 (selección) + 3 semanas	El objetivo es alcanzar la capacitación como TIRSEL, además de una introducción al tiro de precisión.
II	Sin duración establecida	El Tirador está en condiciones de utilizar y mantener correctamente sus armas y materiales, formar parte de un ETP en apoyo de una unidad superior desempeñando las misiones específicas del mismo en un ambiente convencional y con cierta autonomía si la situación táctica lo permite, así como realizar fuego con garantías mínimas de éxito en tiros sobre objetivo fijo, de día o de noche.
III	Sin duración establecida	EL Tirador está en condiciones de ser empleado en todas las situaciones del combate, actuando con un elevado grado de autonomía e incluso en ETP's aislados y realizando fuego eficaz en las más variadas situaciones.

**Tabla 1. Estructura general de la formación de los TIRPREC**

Se definen los siguientes niveles que los tiradores de precisión pueden obtener<sup>13</sup>:

- Nivel I: personal que ha superado la Fase I, tirador selecto.
- Nivel II: personal que ha superado la Fase II, tirador de precisión.
- Nivel III: personal que ha superado la Fase III, tirador de precisión avanzado.

Las tareas a completar en cada una de las fases se desarrollan en el Anexo C.

### 5.3 Estudio de los elementos físicos

Es de todos conocido que las inclemencias meteorológicas afectan considerablemente al tiro de precisión. A continuación se analizarán algunos agentes atmosféricos y como afectan a la precisión de los disparos.

	<b>Mayor *</b>	<b>Menor*</b>
<b>Altitud</b>	Abajo	Arriba
<b>Temperatura</b>	Arriba	Abajo
<b>Humedad</b>	Abajo	Arriba
<b>Densidad del aire</b>	Abajo	Arriba
<b>Intensidad de luz</b>	Abajo	Arriba
<b>Temperatura del cañón</b>	Abajo	Arriba

**Tabla 2. Efecto de diferentes agentes al tiro de precisión.**

\* Mayor o menor que en condiciones normales o cuando se homogeneizó el fusil.

En la tabla anteriormente expuesta se resume esquemáticamente el efecto que tienen los agentes físico-atmosféricos y otros factores al tiro de precisión. El resultado se expresa teniendo en cuenta hacia donde se desviaría el disparo en esas condiciones. A continuación se estudiará más en profundidad el por qué de estos resultados.

<sup>13</sup> NOP 316/14. Jefatura de Tropas de Montaña. Tiradores de precisión

### 5.3.1 Altura de densidad.

La altura de densidad es la altura a la que se encontraría una densidad determinada de aire, en un día de atmósfera estándar (ISA). Se define internacionalmente atmósfera estándar (International Standard Atmosphere) a una serie de condiciones teóricas de presión y temperatura del aire a nivel del mar (15°C y 1013 mb), con una variación típica en función de la altura. La altitud de densidad da una idea de las características del aire que en ese momento existe en un lugar determinado<sup>14</sup>.

Para explicarlo más claramente, primero hay que entender que la presión atmosférica es uno de los factores que más influyen en la balística exterior de una bala. Hay tres factores que definen la presión atmosférica: altitud, temperatura y humedad. Si se toman por separado estos factores se puede entender cómo afecta cada uno de ellos independientemente a una bala volando.

- **Altitud:** según aumenta la altura, disminuye la densidad del aire y cuanto mayor sea la altura, menos presión ejerce el aire en la superficie. Lo que significa que a una misma temperatura a baja altitud la bala volará menos longitud porque encontrara más resistencia, mientras que a mayor altitud volará más lejos por que encuentra un aire menos denso.
- **Temperatura:** El aire caliente tiende a expandirse lo que lo hace menos denso, con el frío el aire tiende a comprimirse y lo hace más denso. En lo que a la bala respecta, al expandirse el aire la bala encuentra menos resistencia y volará a una mayor distancia. Mientras que con el frío, al comprimirse el aire la densidad de este aumenta y por lo tanto la bala volará menos.
- **Humedad:** Varía con la altitud y la temperatura. El tirador puede tener problemas si se producen cambios drásticos de humedad en su zona de operaciones. Si la humedad aumenta, el disparo va bajo, si la humedad disminuye, el disparo va alto. El comportamiento es parecido al de la densidad del aire; a mayor humedad, menor distancia recorre la bala y viceversa.

Si se juntan la altitud y la temperatura se obtiene la Altitud de Densidad. La Altitud de Densidad es la altitud a la que se encuentra una determinada densidad de aire según el modelo estándar atmosférico (20° C y 760 mm Hg)<sup>15</sup>.

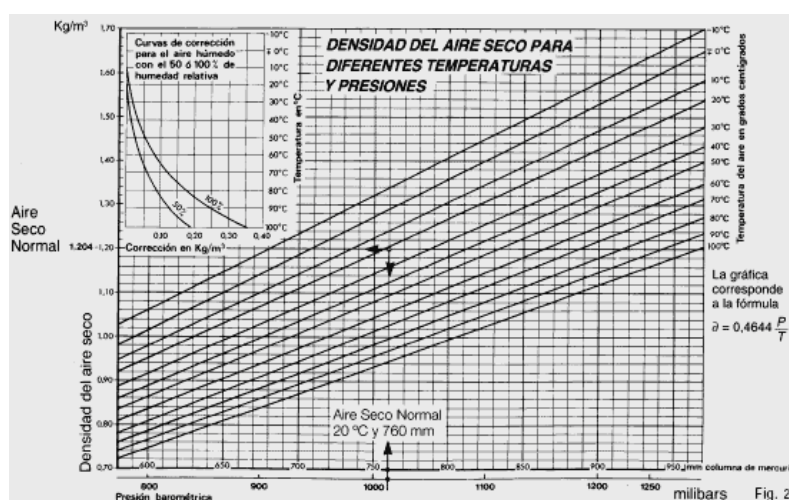


Figura 1. Densidad del aire

<sup>14</sup> <http://www.aviadores.eu/densidad.html> (Visitada el 28-AGO-2015)

<sup>15</sup> <http://kilermt.com/altitud-de-densidad/>

Observando la figura se puede apreciar lo explicado anteriormente, a temperaturas más bajas la densidad del aire es mucho más alta, ofreciendo mayor resistencia a la bala disparada. Por otro lado, como se ha dicho anteriormente, el comportamiento de la atmosfera es irregular y por lo tanto, para realizar un disparo preciso es necesario conjugar los conocimientos teóricos con la experiencia e instrucción de los tiradores de precisión. Las situaciones pueden ser muy diversas, por ejemplo, a una gran altitud, donde el aire es menos denso, pero la temperatura muy fría, donde el frío hace que el aire se comprima y lo haga más denso.

Para poder trabajar con estos datos es necesario tener una tabla balística, o elaborar una en ciertas condiciones de altitud y temperatura, es necesario reunir estos dos datos para obtener un resultado eficiente. Si se utiliza un ordenador balístico, este calculará automáticamente la altitud de densidad pero si no se dispone de él, será imprescindible utilizar unas tablas. El tipo de tabla más común que se utiliza en tiro es la tabla lineal de altitud de densidad.

Conociendo la altitud aproximada a la que se encuentra el tirador y haciendo una apreciación de la temperatura se puede elegir la tabla balística correspondiente a ese dato. Para los tiradores de precisión es de vital importancia trabajar con este concepto ya que se ahorra tiempo a la hora calcular e introducir las correcciones en la torreta del visor. El cuaderno de tiro “Tirador-K”, es un cuaderno de tiro muy completo que incluye dos tablas balísticas basadas en altitud de densidad, para Accuracy y Barret, los dos fusiles que están en dotación en el ET. Una forma de mejorar la operatividad seria dotar de este tipo de cuadernos de tiro a los ETP.

### 5.3.2 Efectos de la altitud a la bala.

A mayor altitud, hay menos densidad de aire, así que la bala tiene menos rozamiento mientras vuela. Esto significa que la cantidad de caída de la bala es menor desde que la bala sale del cañón. Como la fuerza de la gravedad es esencialmente constante en la superficie, la aceleración de la bala hacia abajo no cambia, pero una bala lanzada a mayor altitud es capaz de volar significativamente más lejos para cada incremento de movimiento hacia abajo (relación entre movimiento en eje  $x$  y eje  $y$ ). La bala se comporta como si tuviera un coeficiente balístico mayor. La clave es la presión atmosférica, mientras aumenta la altitud, la densidad del aire por donde está viajando la bala disminuye, por tanto se reduce el rozamiento de la bala con el aire<sup>16</sup>.

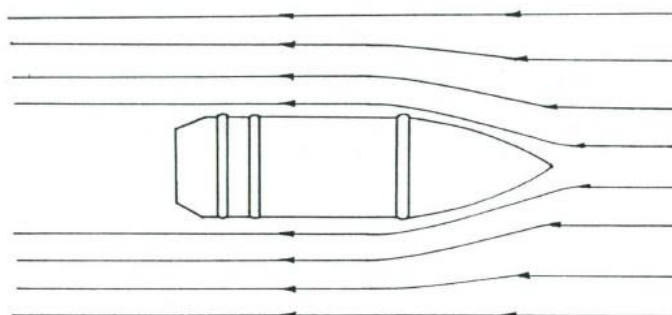


Imagen 4. Resistencia del aire

La presión barométrica indicará una reducción de presión para alturas mayores, pero también los cambios de presión si un frente atmosférico se mueve, los cuales podrían arruinar los cálculos realizados hasta el momento. La temperatura del aire y la presión barométrica son las dos condiciones atmosféricas que afectan el vuelo de una bala.

<sup>16</sup> Litz, Bryan. Second edition (2011). Applied ballistics for long range shooting

### 5.3.3 Efectos de la luz en el tiro.

La luz no afecta directamente a la bala, pero cambia la forma en la que se ve el blanco a través del visor, es decir, se percibe el blanco de un modo distinto. Dependiendo de la posición del sol y la intensidad de la luz se puede ver un objeto más grande o más pequeño, o en un lugar diferente. Este efecto es lo que lleva a apuntar mal, todos los tiradores de precisión perciben estos errores, pero no todos entienden por qué suceden.

Algunos expertos atribuyen este fenómeno a la refracción, cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro, y a la difracción, basada en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo<sup>17</sup>. Lamentablemente no hay un método para compensar el error preestablecido. En la mayoría de textos consultados se dice que la única forma de manejar este fenómeno es registrando en un cuaderno de tiro con anotaciones de las condiciones de luz en cada tiro y utilizarlo para desarrollar cada método, es decir en base a la experiencia corregir este efecto.

La luz afecta al punto de impacto tanto vertical como horizontalmente de la siguiente manera<sup>18</sup>:

- En el plano vertical, la intensidad de la luz puede provocar un error cuando se apunta. Cuando se dispara con la intensidad de la luz baja, en comparación con la intensidad que había cuando se realizó la homogeneización, el tiro va alto. Al contrario que cuando se dispara con una mayor intensidad de luz.
- En el plano horizontal, la dirección de la luz puede llevar a cometer un error de apuntado. Se produce una pequeña ilusión dependiendo de donde venga la luz. Si la luz viene por la derecha del tirador, el tiro va a la izquierda y viceversa.

Otro fenómeno óptico relacionado con la luz, que pueden desplazar el punto de impacto es la reverberación. La reverberación es la distorsión de una imagen en la distancia causada por olas de calor que suben del suelo o del cañón. El aire caliente siempre sube, las olas que suben suelen desviar la luz, produciendo que los objetos observados lo sean en otras direcciones.

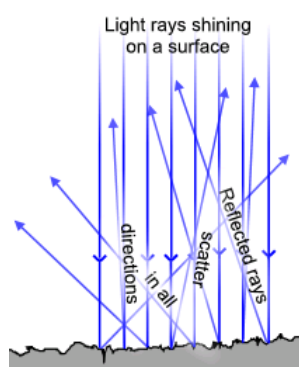


Figura 2. Reflexión difusa

Puede parecer que al tratarse de tiro de precisión en condiciones de frío no vaya a producirse este efecto, pero la temperatura del cañón también desprende calor pudiendo provocar la reverberación y falseando la observación o puntería del visor. La cantidad de error causado por la reverberación depende de cómo de fuerte sea esta y de la velocidad del viento. Este inconveniente se puede solucionar colocando una cinta o recubriendo el cañón por la parte superior y evitar que se interponga el calor desprendido en la línea de mira. Esto además

<sup>17</sup> <http://todofisico.es.tl/Reflexion-,Refraccion-,Difraccion-e-Interferencia.htm>

<sup>18</sup> Departamento del ejército. (1994). FM-23.10. Sniper formation



disimularía la huella térmica que se produce, por lo que sería más complicada la detección de los tiradores.

La nieve está formada por pequeñísimos cristales de agua congelada. Estos cristales modifican la forma en que la luz se refracta, debido a que estos son independientes unos de otros, la superficie formada se comporta como un espejo en cuanto a la cantidad de luz que refleja, es decir, la mayor parte, pero no es realmente como un espejo (no se ven cosas reflejadas) debido a la distribución de los cristales, que hacen imposible una superficie especular. Lo que realmente se produce es lo que se conoce como reflexión difusa. Esto quiere decir que la reflexión es completamente irregular e impredecible. Este es uno de los factores que más afecta a los tiradores de la JTM cuando están en su puesto, ya que daña la óptica al multiplicar la luz solar que incide y además sin una buena protección puede llegar producir quemaduras en la vista.

#### 5.3.4 Cañón Frío – Cold Bore (CB)

Este concepto, es muy importante de tener en cuenta por tiradores profesionales, cuando es de vital importancia que el primer disparo impacte en el blanco. Hay que conocer la diferencia del punto de impacto (POI) del primer disparo, frente a los demás. La mayoría de tiradores ponen a cero su visor tras una serie de disparos, por lo que el visor está en cero con el cañón caliente. Cuando se realiza el primer disparo con el cañón frío, este impactará más alto que los siguientes disparos con el cañón caliente. El disparo con el cañón frío hace que el disparo vaya más alto<sup>19</sup>. Este fenómeno se acentúa cuando la temperatura ambiente a la que se dispara es extremadamente fría, como en el caso de estudio.

Esta diferencia varía en función del cañón, del grosor del cañón, de la munición y de otros factores, pero si es cierto que si utilizamos el mismo cañón y la misma munición el disparo con cañón frío (CB) siempre ira al mismo sitio.

Es importante conocer, por tanto, este dato para efectuar de forma correcta cada disparo. Hay dos formas de poner a cero el arma. Una de las formas es homogeneizar el fusil según impacte la bala con cañón frío, y conocer que pasara con los siguientes disparos por si fueran necesarios. La otra forma es conocer la diferencia del primer disparo frente a los siguientes, poner el fusil a cero para los disparos con el cañón caliente y hacer la corrección necesaria a la hora de efectuar el primer disparo<sup>20</sup>.

Es importante distinguir entre CB (Cold Bore - Cañón Frío) y CCB (Cold Clean Bore - Cañón Limpio y Frío). Si nuestro cañón además de frío está limpio, el disparo será distinto a si no está limpio pero si frío, es decir, el disparo con CB puede ser diferente al CCB.

#### 5.4 Experimento con condiciones extremas en simulador de Accuracy

Los expertos coinciden en que determinados factores externos afectan considerablemente a la precisión. Esto se debe principalmente a leyes físicas, que pueden predecir o al menos aproximar hacia donde se va a desviar un disparo. Pero no es sistemático ya que las condiciones atmosféricas cambian continuamente y a larga distancia pueden variar durante un mismo disparo. Por este motivo, por la escasez de medios y la dificultad de conseguir las condiciones deseadas, se tuvo la consideración de realizar un experimento con el simulador de

---

<sup>19</sup> Abril De Fontcuberta, Eduardo y Major Plaster, John (1993). The ultimate sniper

<sup>20</sup> <http://kilermt.com/cold-bore-cb-disparo-con-canon-frio/>

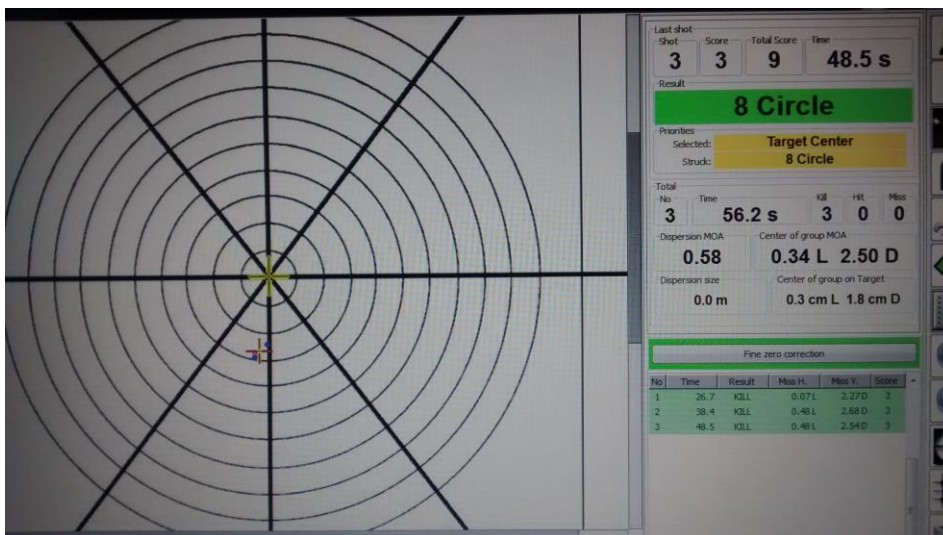


Imagen 5. Simulador de tiro

tiro que utilizan todas las unidades de la JTM, Sniper Training System (STS-V2) versión 090106-01.

El fusil de precisión utilizado fue el Accuracy Modelo AW308. El experimento consistía en ir variando las condiciones ambientales- la presión, el viento, la altura, el desnivel y por supuesto la temperatura- para ver como afectaban estas al disparo de precisión y de esta forma saber en qué factores se deben centrar más los ETP. Las condiciones en las que se desarrolló el experimento eran ideales ya que nos encontrábamos en una nave semi-oscuro (evitando brillos en el visor), la temperatura ambiente real era de 18° C y se disponía de material para poder coger la posición de disparo con comodidad. El experimento se desarrolló de la siguiente manera:

Lo primero que se realizó fue la homogeneización del fusil de precisión a una distancia de 100 m que es la forma estándar de homogeneizar los fusiles en el E.T, aunque la distancia real de homogeneización fue de 25 m. En cada ejercicio se realizaban 3 disparos para recoger luego los datos del centro de la agrupación y que los datos fueran más precisos. Se realizaron 15 ejercicios en los que el factor común era que la temperatura ambiente (simulada) era muy baja, por debajo de los 15°C bajo cero, y la altitud relativamente elevada, rondando los 3000 m. Las condiciones normales que se consideran son: Temperatura, 15° C; Viento, 0 km/h; Presión, 750 mmHg; Inclinación, 0°; Altura, 0 m. A partir de estas condiciones normales se fueron variando determinados factores y dejando el resto como estaban. A rasgos generales los resultados fueron los siguientes:

- **Temperatura:** Como era de esperar, conforme la temperatura disminuía los disparos se desviaban cada vez más hacia abajo. Esto lo explica la física con un simple razonamiento; cuanto menor es la temperatura, el aire tiene más densidad y por lo tanto el proyectil encuentra más resistencia y su velocidad es menor, esto hace que comience a caer antes de lo previsto y a la hora de impactar en el blanco, el impacto se produzca por debajo del objetivo.
- **Viento:** Si el viento era a favor, ayudaba a contrarrestar lo anteriormente expuesto. El viento no dio resultados muy validos debido a que la mayor dificultad que se encuentra en el disparo de precisión en ambiente montañoso es que al existir accidentes geográficos, estos provocan que el viento sea racheado y difícilmente predecible.
- **Presión:** el experimento dejó como resultado que la presión no es un factor del que preocuparnos, en los resultados se puede ver que no afecta de forma significativa a la precisión de los disparos.

- Inclinación: El uso normal de los ETP es en alturas desde donde tienen mejor ángulo para cumplir su misión, por eso los valores de inclinación se dieron suponiendo que el tirador se encuentra por encima en elevación del objetivo. Es interesante como afecta la inclinación, ya que a distancias relativamente cortas provoca que los disparos impacten más arriba de lo que se desea, pero a distancias largas provoca que la caída del proyectil sea más exagerada y por lo tanto impacte muy por debajo del blanco. Se llegó a la conclusión de que el mejor ángulo que compensaba la caída del proyectil sin pasarse era 30°.
- Altura: la altura como tal no es un factor que afecte, pero conforme se aumenta la altura la presión disminuye, suele haber una temperatura más baja y en terreno montañoso los ángulos de tiro aumentan y el viento racheado es más habitual.

Conclusiones: como ya se ha expuesto anteriormente, la temperatura baja provoca que los disparos se desvíen hacia abajo, por lo que se podría considerar como un error recurrente y corregir sistemáticamente. A corta distancia la combinación de frío con una inclinación superior a -40° provocaba que los impactos se produjeran altos, mientras que a larga distancia se acentuaba aún más que los disparos se desviaran hacia abajo. Como puede observarse, se confirma la teoría estudiada anteriormente con este pequeño experimento.

## 5.5 Influencia de los materiales

Para realizar un buen análisis de los factores influyentes en el tiro de precisión en condiciones de frío extremo y terreno nevado es fundamental tener en cuenta otros factores que no son los físicos o balísticos. En un primer momento se estudiará cómo afecta el frío extremo al cuerpo humano, y como detectar las principales lesiones. Todo influye en esta materia, por lo tanto a continuación analizaremos los materiales térmicos necesarios, así como los aislantes para evitar las lesiones anteriormente mencionadas; se estudiará el armamento utilizado y los materiales para el mantenimiento y buen funcionamiento de este armamento; y por último se estudiarán las técnicas específicas para el camuflaje y enmascaramiento en terreno nevado.

Para impulsar la investigación y con el fin de conocer las inquietudes y posibles mejoras del equipo actual con el que cuentan los tiradores de la JTM, se realizó un cuestionario a distintos miembros de ETP. Este cuestionario se puede ver en el anexo F. Se irán comentando los resultados y haciendo referencia a ellos. Además, los resultados se pueden ver en los anexos, esquematizados y resumidos en una tabla.

### 5.5.1 El cuerpo humano en condiciones extremas de frío.

El cuerpo humano tiene varios mecanismos de defensa para intentar aumentar la temperatura cuando hace frío. Los músculos tiemblan y los dientes castañetean; los pelos se erizan y la piel se pone de gallina, en una especie de eco evolucionario de la época cuando especies anteriores al Homo Sapiens estaban cubiertas de vellos.

El hipotálamo, la glándula en el cerebro que actúa como termostato del cuerpo, estimula estas reacciones para mantener los órganos vitales del cuerpo<sup>21</sup>, por lo menos hasta recuperar algo de calor y encontrar un refugio. La misión del hipotálamo es conservar el calor a toda costa, sacrificando incluso las extremidades si es necesario.

Es por eso que se siente un hormigueo en los dedos de las manos y de los pies cuando hace mucho frío. El cuerpo está manteniendo su sangre caliente cerca del centro, restringiendo el

<sup>21</sup> [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150128\\_verti\\_salud\\_frio\\_extremo](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150128_verti_salud_frio_extremo) (Visitada el 23-NOV-2015)

suministro de sangre en las extremidades. En frío extremo y, especialmente, si la piel está expuesta a los elementos, ese efecto puede generar casos de congelación<sup>22</sup>.

El flujo de sangre se reduce y la falta de sangre caliente puede hacer que los tejidos se congelen y se rompan. Los humanos, de piel desnuda y con relativamente poca grasa, simplemente no están diseñados para esos ambientes<sup>23</sup>. Las lesiones producidas por el frío son<sup>24</sup>:

- Congelación superficial: es la congelación de las capas superficiales de los tejidos de la piel y normalmente es reversible.
- Congelación: Es el propio congelamiento del tejido y/o la parte del cuerpo. Se forman cristales de hielo se forman dentro de la piel que pueden destruir el tejido, y se puede perder la piel o parte de un dedo del pie o la mano.
- Hipotermia: Es el enfriamiento general del cuerpo. Cuando la temperatura del cuerpo baja más de lo normal (37°C), puede presentar problemas serios, afectando las funciones musculares y cerebrales normales. La hipotermia severa puede conllevar a la muerte.

Pero hoy en día se ha aprendido a luchar contra el frío, imitando cualidades de animales que soportan temperaturas extremas. El método en general, que se detalla en el siguiente apartado, consiste en utilizar varias capas para atrapar el aire caliente cerca del cuerpo, tal como lo hace el pelaje de los animales

#### 5.5.2 Ropa de abrigo/ térmica y aislante.

Como ya se dijo anteriormente, los tiradores deberán ir bien protegidos del frío, pues las bajas temperaturas pueden provocar tensiones y movimientos involuntarios en el cuerpo incompatibles con un tiro de precisión. Y no solo esto, deberán llevar el equipo necesario que les mantenga el calor corporal ya que pueden llegar a permanecer en una posición hasta 48 horas o lo que la misión requiera.

Existe una teoría bastante difundida en montaña y en ambientes de frío extremos para combatir el frío: la teoría de las tres capas<sup>25</sup>. A fin de mantener el calor la vestimenta adecuada no es forrarse de capas inútiles sino utilizar únicamente tres pero con unas características y disposición que a continuación se describirán.

La primera capa debe ser de una fibra que no se empape de sudor y transpire. Es recomendable que se ajuste al cuerpo sin llegar a apretar. La segunda capa es la más importante, su función es de aislante térmico, transpirando el sudor al exterior y evitando que el calor se escape. La tercera y última capa es la protectora contra las inclemencias exteriores y contribuye a la expulsión de la humedad interna. Esta teoría de capas es aplicable a cada una de las piezas que componen la vestimenta. A continuación se repasarán los materiales mejorables que existen en dotación en la JTM.

Los órganos vitales y por lo tanto los que tienen que protegerse con mayor ahínco, se encuentran en el tronco del cuerpo. Por este motivo en un alto porcentaje de las encuestas

---

<sup>22</sup> H. Luczak, "Work under extreme conditions." Ergonomics, vol. 34, pp. 687–720, 1991.

<sup>23</sup> K. Rodahl, "Occupational health conditions in extreme environments," in Annals of Occupational Hygiene, 2003, vol. 47, pp. 241–252.

<sup>24</sup> <http://www.geosalud.com/desastres/exposicionfrio.htm> (Visitada el 15-ENE-2016)

<sup>25</sup> <http://www.aristasur.com/contenido/como-vestirse-para-la-montana-teoria-de-las-3-capas> (Visitada el 22-ENE-2016)

realizadas los miembros de los ETP proponían cambiar el forro polar por su peso y el material con el que está hecho. Para su sustitución se proponía una chaqueta de PrimaLoft por su polivalencia. Estas chaquetas apenas pierden su capacidad aislante al mojarse debido a su naturaleza hidrofóbica. Otra ventaja es la ligereza y el escaso volumen que ocupan. Además, el precio no es tan elevado como el de chaquetas de plumas. Al tratarse de materiales sintéticos, no precisan de un cuidado tan exhaustivo como la pluma lo cual es algo a tener en cuenta en el ejército.

A pesar de que los órganos vitales se encuentran en el tronco, el 40% del calor corporal se pierde por la cabeza. La prenda más recomendable es un gorro con forro por dentro y material perlante por el exterior, ya que protegerá del frío y además la nieve fina y viento.

Las extremidades son las primeras que se quedaran frías en caso de hipotermia, por ello la protección a las manos debe hacerse de la misma forma que el cuerpo, por capas. Siendo la última capa unas manoplas la mejor opción ya que se ha demostrado que son más calientes que los guantes al mantener, a excepción del pulgar, todos los dedos juntos.

En cuanto a los pies, son los que más próximos están a la nieve y por lo tanto los que más cuidados precisan. La capa exterior debe ser de un material semirrígido completamente impermeable y que aporte aislante, pero entran en conflicto varios factores a la hora de elegir el calzado; la impermeabilidad contra la transpiración o el aislamiento contra la transpiración. Se trata pues, de conseguir que el material aislante permanezca totalmente seco protegiéndolo de la humedad exterior (nieve) y de la interior (transpiración). El concepto barrera de vapor es el que mejor soluciona este problema y ya ha sido usado en zonas árticas y por el ejército de EE.UU. Consiste en no dejar que ni la transpiración ni la humedad exterior humedezcan la capa aislante, para que esta pueda hacer bien su función<sup>26</sup>. Está siendo estudiada y se han realizado experimentos por la JTM del uso de un calcetín específico, totalmente estanco (no válido el gore-tex), que proporcione esa barrera de vapor<sup>27</sup>.

Una vez que se ha llegado a la posición de tiro, hay que permanecer allí el tiempo que la misión requiera, esto significa estar tumbado sobre la nieve. Por ello es preciso contar con una esterilla más aislante de la que se cuenta de dotación en las unidades del Ejército. Esterillas que sin añadir peso adicional proporcionan un aislamiento muy superior, como las esterillas de Therm-a-rest. Con el diseño de este tipo de esterillas se consiguen cavidades de aire el cual se calienta y proporciona un aislamiento mayor.

Todos los materiales propuestos pueden parecer muy ambiciosos, pero con la reciente reestructuración del Ejército, las unidades de montaña se han visto muy reducidas. Económicamente se ve factible por este hecho, además se trata de las únicas unidades capaces de combatir en ambientes de frío extremo, por lo que dotarles de material acorde a esta misión resulta imprescindible.

### 5.5.3 Fusil de precisión, mira telescópica y supresor

Como ya se dijo anteriormente, el fusil contra personal que se utiliza en el ejército español es el Accuracy AW 308, de calibre 7,62x51 mm. OTAN y monta una mira Schmidt & Bender de 3-12V x 50. El origen del Arctic Warfare (AW) de Accuracy International parece ser la fría Suecia. A mediados de los 80, las Fuerzas Armadas de este país buscaban un rifle capaz de soportar sus extremas condiciones climatológicas.

---

<sup>26</sup> <http://andrewskurka.com/2011/vapor-barrier-liners-theory-application/>

<sup>27</sup> Fuente: Informe para la experimentación del concepto de barrera de vapor en la JTM.

El AW se caracteriza por su especial diseño anti-congelación, lo que le permite funcionar sin problemas con temperaturas de hasta -40°C. El fusil viene equipado con un freno de boca para reducir los efectos del retroceso y el fogonazo, lo cual es muy beneficioso al aumentar el enmascaramiento y evitar ser detectados en un ambiente donde cualquier detalle desentona más de lo normal. En cuanto a las capacidades del fusil para la función que tiene que cumplir se considera que son suficientes, ya que fue pensado precisamente para combatir en condiciones parecidas a las que se estudian en el presente trabajo. Aunque si las temperaturas de trabajo fueran más bajas se necesitaría de lubricantes y aceites más densos que no se congelaran. Una buena apuesta para estas situaciones sería la Lubrilina®<sup>28</sup>, un aceite especialmente formulado. No pierde viscosidad, no se seca ni modifica sus características, aún en los ambientes más extremos.

La mira para tiradores de precisión en terreno nevado es algo con lo que hay que tener cuidado ya que la reflexión de la luz en la nieve puede llegar a ser peligrosa tanto para la vista como para la óptica. Mientras que la mayoría de los tiradores de precisión buscan una mira que consiga aumentar la luminosidad, en terrenos nevados puede darse el caso que se prefiera lo contrario y sea necesaria la utilización de filtros atenuantes. Es importante que no se generen reflejos dentro de la mira y que el brillo sea moderado para que no disminuya el diámetro de nuestra pupila.

El Accuracy AW viene de serie con un supresor, las ventajas de su utilización son muy variadas:

- Se producen efectos de disminución del retroceso y una mejora en la agrupación.
- En un terreno recién nevado en el que no se haya podido preparar la posición de tiro, el disparo producirá un remolino de nieve que delatará la posición del tirador, mientras que un supresor eliminará este inconveniente.
- Aunque el supresor no elimine el ruido efectuado por la bala en su trayectoria hacia el blanco, el enemigo no podrá determinar su punto de origen.

#### 5.5.4 Enmascaramiento

El camuflaje es el método que permite a los soldados u objetos pasar desapercibidos en el entorno que los rodea. Hay que tener en cuenta que cualquier contraste puede delatar la posición de tiro/observación. Tanto el equipo como el mismo tirador deben ir enmascarados. Para el tirador hay unos trajes, ghillie, muy simples pero muy efectivos que aparte de aportar colores del entorno que le rodea, rompe la silueta humana dificultando la detección del mismo. En la JTM se cuenta en dotación con un traje para enmascaramiento en terreno nevado, pero para los tiradores el enmascaramiento debe ser mucho más perfeccionado.

El ghillie es básicamente una ropa cubierta o adornada con numerosas tiras de paño, tela de arpillera y de otros materiales naturales unidos a la ropa primaria. Un modelo completo del traje ghillie, incluyendo prenda de cabeza, chaqueta y pantalones, puede tener más de 1000 tiras y recortes colgando de él.

Las tiras del camuflaje sirven para 3 propósitos: ayudan a romper la silueta humana, replican el follaje natural-vegetal que rodea la posición al tirador, y proporcionan



**Imagen 6. Ghillie para nieve**

<sup>28</sup> <http://www.lubrilina.com.ar/categoria-producto/armas/lubricantes/>



un aspecto tridimensional al camuflaje. El color y los componentes del juego variarán con el ambiente en el cual el tirador está funcionando. En la nieve las tiras serán blancas y dependiendo de si hay piedras o arboledas alrededor se le podrán añadir tiras verdes, marrones, negras...

Este tipo de trajes de enmascaramiento se fabrican generalmente por los usuarios, perfeccionándolos o confeccionándolos dependiendo del terreno en el que se vaya a utilizar. Dependerá entonces de la instrucción del tirador la efectividad de su enmascaramiento.

## **6 Conclusiones**

El estudio de los factores que afectaban al tiro de precisión en terreno nevado y condiciones de frío extremo se cumplió, revelando que son muchos los factores a tener en cuenta, no sólo la temperatura. Y el resto de objetivos se cubrieron también recibiendo el asesoramiento de personal experimentado en la materia.

Finalizada la última fase, que consistía en la fusión e interpretación de los conocimientos adquiridos sobre el tiro de precisión en terreno nevado y condiciones de frío extremo, y la totalidad del TFG, es importante resaltar una serie de puntos, lecciones aprendidas y conclusiones finales.

En la actualidad sigue habiendo conflictos que se desarrollan en ambientes de frío extremo por lo que no se puede dejar de mejorar la instrucción de las tropas en estas condiciones. Y no solo en climas fríos, sino también en terrenos de acceso complejo donde el manejo de material especializado es fundamental, ya que en los actuales conflictos asimétricos es donde la insurgencia suele refugiarse.

El empleo de ordenadores balísticos o aplicaciones balísticas facilitan los cálculos, y añaden rapidez y precisión a las acciones de preparación del tiro. Pero como se ha estudiado a lo largo del TFG no se pueden abandonar las clásicas tablas de tiro ya que pueden darse situaciones en las que los aparatos electrónicos fallen.

En el caso de que estos aparatos electrónicos fallen los componentes de los ETP deben tener las capacidades y habilidades para continuar con sus cometidos y cumplir su misión. Y no solo cuando los calculadores balísticos fallen, al tratarse de condiciones extremas y muy particulares, la experiencia es fundamental. Es estrictamente necesario haber empleado tiempo en instrucción para comprender que factores están provocando que el disparo no acierte en su objetivo. Las conclusiones más claras de la balística exterior y el efecto de la luz en el tiro de precisión han sido que un cuaderno de tiro junto con la experiencia acumulada son el único método para hacer blanco en el primer disparo.

Tras haber estudiado los materiales de los que disponen los ETP destinados en la JTM, y tras las experiencias vividas durante las prácticas externas se llega a la conclusión de que la ropa de abrigo y protección aislante puede mejorarse como se ha descrito en el apartado de materiales. Al fin y al cabo se trata de unidades capacitadas para combatir donde ninguna otra puede. Sin embargo, el fusil con el que están dotados los Equipos Medios de Tiradores de Precisión (EMTP) de las unidades de montaña, es inmejorable por el momento.

Con respecto a la calidad humana, es necesario que el personal de los ETP tenga una constancia en la unidad y en el puesto táctico, para poder perfeccionar sus habilidades. La instrucción no se limita únicamente al personal relacionado con los tiradores de precisión. Todos los mandos que puedan estar en condiciones de emplear un ETP deben estar bien instruidos sobre el empleo táctico de estos equipos, así como sus capacidades y limitaciones.

El empleo de los ETP en montaña ha evolucionado en los últimos años, pero las unidades que combaten en terreno montañoso y en condiciones de frío extremo deben aunar fuerzas y continuar ese desarrollo para estar en perfectas condiciones para combatir allí donde ninguna otra unidad puede llegar: en el límite entre el cielo y la tierra.

## **7 Líneas futuras y recomendaciones.**

Por la amplitud que suponía un estudio completo de tiradores de precisión en terreno nevado y condiciones de frío extremo, se han dejado determinados temas sin analizar. Como líneas futuras de investigación, estudio e interpretación queda lo siguiente.

Sería interesante actualizar los conflictos existentes en zonas montañosas y conforme al panorama de las relaciones internacionales predecir donde se pueden producir futuros conflictos. En la actualidad los conflictos internacionales más graves están derivando al norte de África, donde en invierno y en altitudes considerables pueden darse temperaturas muy frías. Además, todavía persisten tensiones en Ucrania, y otros puntos del Medio Oriente, así como en Afganistán y proximidades; donde las temperaturas alcanzan mínimas de  $-11^{\circ}\text{C}$  en invierno en zonas donde el clima no es extremo, por lo que en zonas montañosas pueden descender considerablemente<sup>29</sup>.

Para un mejor entendimiento de la superficie nevosa y su comportamiento ante sus distintas alteraciones, sería interesante el estudio de las características y propiedades de los diferentes tipos de nieve. El conocimiento de estas propiedades facilitaría la elección del material a utilizar, la necesidad de preparación de la posición de tiro, las medidas de seguridad a tomar, etc.

Por el alto volumen de los materiales propios de los tiradores de precisión en combinación con los materiales para la vida y movimiento en montaña, sería interesante investigar si los trinomios en vez de binomios en los ETP son más efectivos y eficientes. Además al trabajar incluso más descentralizados que otros ETP un tercer componente en los equipos no sería en vano ya aportaría mayor autonomía y protección al ETP. Aporta una potencia de fuego extra al ETP en caso de un contacto cercano con el enemigo, además de mejorar la seguridad en  $360^{\circ}$  cuando el ETP está en posición. En el caso de que la misión se prolongue, colabora en la observación de objetivo, disminuyendo la inevitable fatiga y estrés.

En la actualidad, el Ejército está sufriendo una reorganización de las unidades y donde más se aprecian estos cambios es en la Jefatura de Tropas de Montaña (JTM) ya que se verá muy disminuida. Este hecho podría afectar a la instrucción; un tema interesante de estudio sería como afecta esta reorganización a la instrucción de los ETP de las unidades de montaña que queden.

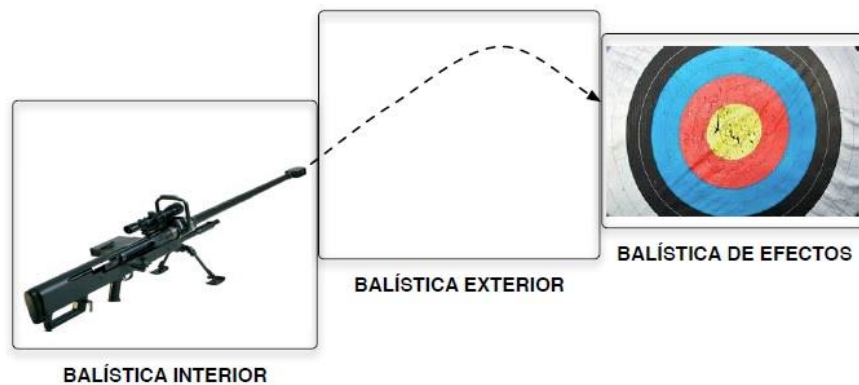
En este TFG se han estudiado aspectos físicos que afectan a la bala durante el vuelo, es decir, lo que se conoce como balística exterior. Para completar el estudio balístico sería necesario el estudio de la balística interna y la balística terminal. Con respecto a la balística interior, a temperaturas extremadamente frías sufriría una deflagración más lenta ya que no alcanzaría la temperatura necesaria para llegar a la presión que llegaría en condiciones normales. Esto supone que la bala saldría más lenta por que los gases serían algo más lentos, por ejemplo la pólvora Vithavuary sufre menos las variaciones de temperatura con respecto a otras<sup>30</sup>. En el ámbito de la balística terminal, el estudio de la respuesta de los materiales ante un impacto

---

<sup>29</sup> <http://www.climaelmundo.com/afganistan> (Visitada 22-ENE-2016)

<sup>30</sup> Información recogida entrevistando al brigada Madrigal, Jefe de Tiradores de Precisión del BCZM "Pirineos" I/64.

podría proporcionar información sobre que calibre es más adecuado. En cuanto a la respuesta de materia orgánica (cuerpo humano), al ser la temperatura constante los efectos serían muy parecidos a los obtenidos en condiciones normales.



**Imagen 7. Diferentes ámbitos de la balística**

Para finalizar y obtener un estudio completo de los tiradores de precisión en terreno nevado y condiciones de frío extremo sería necesario realizar un estudio basado en Diseño Estadístico de Experimentos (DEE). La finalidad de este estudio sería determinar la importancia cualitativa y cuantitativa de cada uno de los aspectos que se han analizado anteriormente. Este experimento idealmente debería realizarse con munición real y con condiciones reales en el exterior, hechos muy complicados debido a la escasez de medios y a la especificidad de las condiciones que se deben dar.

## **8 Bibliografía**

### **8.1 Libros y manuales consultados**

- Litz, Bryan. Second edition (2011). Applied ballistics for long range shooting
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. PD4-009. Combate en montaña y zonas de clima frío.
- Abril De Fontcuberta, Eduardo y Major Plaster, John (1993). The ultimate sniper. Manual avanzado para francotiradores militares y policiales.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2012). PD4-902. Vida y movimiento en montaña y zonas de clima frío.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2011). MI4-805. Equipos Pesados de Tiradores de Precisión de Operaciones Especiales (EPTP OE)
- Departamento del ejército. (1994). FM-23.10. Sniper formation.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2007). MI6-101. Equipo de Tiradores de precisión.
- Martínez Torres, Javier. Balística exterior. Notas de clase (CUD)
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (1999). MI6-028. Tiradores de élite.
- González Morales, Agustín E. (2000). Fundamentos de balística.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. MT6-089. Fusil de precisión Accuracy.

### **8.2 Artículos y NOPs consultadas**

- NOP 316/14. Jefatura de tropas de montaña. Tiradores de precisión.
- NOP JTM 300-10: “Concepto de empleo de la Jefatura de Tropas de Montaña”. Enero 2010.
- Memorial de Infantería N° 71
- H. Luczak, “Work under extreme conditions.” Ergonomics, vol. 34, pp. 687–720, 1991.
- K. Rodahl, “Occupational health conditions in extreme environments,” in Annals of Occupational Hygiene, 2003, vol. 47, pp. 241–252.

### **8.3 Páginas web consultadas**

- [http://www.kevos4.com/Simo\\_Hayha.htm](http://www.kevos4.com/Simo_Hayha.htm)
- <http://www.asesinos-en-serie.com/simo-hayha-la-muerte-blanca/>
- <https://sites.google.com/a/eqtp.net/www/standards/aectp>
- <http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/montana/SensacionTermicaPorFrio-Calor-AEMET.pdf>
- <http://www.aviadores.eu/densidad.html>
- <http://kilermt.com/seccion-articulos-tecnicos/>
- <http://www.sniperselite.com.ar/intro.html>
- [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150128\\_verti\\_salud\\_frio\\_extremo](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150128_verti_salud_frio_extremo)
- <http://www.geosalud.com/desastres/exposicionfrio.htm>
- <http://www.aristasur.com/contenido/como-vestirse-para-la-montana-teoria-de-las-3-capas>
- <http://www.lubrilina.com.ar/categoria-producto/armas/lubricantes/>
- <http://www.climaenelmundo.com/afganistan>

## **9 Anexos**

### **9.1 Anexo A. Abreviaturas, acrónimos y siglas.**

- OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte
- ET: Ejército de Tierra
- FUL: Fuerzas Ligeras
- JTM: Jefatura de Tropas de Montaña
- RCZM: Regimiento de Cazadores de Montaña
- BCZM: Batallón de Cazadores de Montaña
- BCZM III/62: Tercer batallón del Regimiento N° 62
- PLMM: Plana Mayor de Mando. Auxilia al mando de una Unidad Militar.
- CZM: Compañía de Cazadores de Montaña
- TO: Teatro de Operaciones
- ETP: Equipo de Tiradores de Precisión
- EMTP: Equipo Medio de Tiradores de Precisión. Utiliza como arma el Accuracy AW.
- EPTP: Equipo Pesado de Tiradores de Precisión. Utiliza como arma el Barret.
- NOP: Norma Operativa.
- AECTP: Allied Enviromental Conditions and Test Publications
- CZ: Cazador (Nivel de especialización en la JTM)
- EE: Esquiador-Escalador (Nivel de especialización en la JTM)
- GM: Guía de Montaña (Nivel de especialización en la JTM)
- ITM: Instrucción Técnica de Montaña.
- CMT: Campo de Maniobras y Tiro
- TIRSEL: Tirador Selecto
- TIRPREC: Tirador de Precisión.
- ISA: International Standard Atmosphere
- CCB: Cold Clean Bore. Cañón limpio y frío
- CB: Cold Bore. Cañón frío
- POI: Point Of Impact. Punto de impacto.
- STS: Sniper Training System. Simulador de tiro de los tiradores de precisión.
- AW: Arctic Warfare

**TABLA DE VALORES DE SENSACIÓN TÉRMICA POR FRÍO (WIND CHILL)**

		TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS (C)										
		0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
VIENTO A 10 m (Km/h)	5	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
	10	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
	15	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-47	-54	-60	-66
	20	-5	-11	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
	25	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
	30	-6	-13	-19	-26	-32	-39	-46	-52	-59	-65	-72
	35	-7	-13	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
	40	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-47	-54	-61	-67	-74
	45	-8	-14	-21	-28	-35	-41	-48	-55	-62	-68	-75
	50	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
	55	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-56	-63	-70	-77
	60	-9	-16	-23	-29	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
	65	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
	70	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
	75	-9	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
	80	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-67	-74	-81

Umbrales aproximados:

Riesgo bajo:	-10 a -27	Riesgo de hipotermia por permanencia prolongada a la intemperie.
Riesgo moderado:	-28 a -39	Riesgo de congelaciones por exposición prolongada, 10 a 30 minutos*.
Riesgo alto:	-40 a -54	Riesgo de congelaciones en 10 minutos*.
Riesgo muy alto:	-55 o menos	Riesgo de congelaciones en menos de 2 minutos*.

Con la piel expuesta al aire ambiente inicialmente caliente. Si la piel está inicialmente fría, menor tiempo.

\* Con vientos sostenidos de más de 50 Km/h, las congelaciones pueden producirse más rápidamente.



### 9.3 Anexo C. Requisitos para ser tirador de precisión en un BCZM.

**Rasgos psicológicos:** Estos rasgos deberán ser observados por el mando directo del personal propuesto:

- Voluntariedad (para el puesto).
- Responsabilidad.
- Automotivación.
- Autodisciplina.
- Auto exigencia.
- Discreción.
- Meticulosidad.
- Estabilidad y equilibrio emocional.
- Inteligencia general buena.
- Comprensión y fluidez verbal buena.

**Aptitudes físicas:** Es fundamental entender que el Operador de un ETP va a tener que actuar transportando más peso que lo que carga la media de los componentes del BCZM, además de tener que operar por períodos de tiempo normalmente más extensos, por lo que la preparación física juega un papel fundamental.

- Tener superado el TGCF dentro de los 12 meses anteriores al proceso de selección, con los siguientes mínimos: 6kms: 30'; CAV: 13"; abdominales: 50 repeticiones; extensiones: 35 repeticiones.
- Tener superada la prueba de unidad dentro de los 12 meses anteriores al proceso de selección.
- Superar un desnivel de 1000 metros en un tiempo no superior a 150 minutos, con uniforme de instrucción, portando FUSA y correa y transportando una mochila conteniendo material individual de vida y/o táctico hasta que el peso total transportado sea de 20 kg.

#### **Conocimientos técnicos:**

- Tener el nivel de cazador de montaña.
- Realizar una prueba de tiro con FUSA HK G36 (1,5X) consistente en conseguir un mínimo de 350 puntos, disparando 20 disparos en cada una de las 3 posiciones(en pie, rodilla en tierra y tendido) a 100 metros sobre un blanco de 0,5 metros.
- Desmontaje y montaje de su HK en menos de 3'.
- Desmontar y montar una MG4 en menos de 5'.
- Colocar en su FUSA un LG AG36, así como describir su funcionamiento (carga, puntería, disparo y descarga).
- Realizar un recorrido topográfico diurno de más de 5 horas, sin GPS y de dificultad técnica media.
- Preparar y colocarse con la máscara una GVN 401, así como describir los mandos de la misma.

**Capacidades tácticas:** En este apartado se trata de garantizar que el personal aspirante tiene un mínimo nivel de conocimientos y experiencia en aspectos tácticos.

No se ha podido encontrar ninguna prueba de carácter objetivo, por lo que se considera imprescindible que los Mandos orgánicos del aspirante confirmen que el mismo ha recibido instrucción teórica y práctica a nivel medio sobre el pelotón de cazadores:

- en ofensiva, defensiva, movimiento, patrullas de combate e información.
- en el combate nocturno.
- en combate en ZURBs.
- en el combate en ambiente IED.

Sin embargo dada la gran importancia que tiene el ENMASCARAMIENTO INDIVIDUAL en las operaciones de TIRPREC, se incluirá una prueba que demuestre un mínimo de aptitud por parte del aspirante en esa materia:

- El Cazador se presentará con uniforme de instrucción, correa, FUSA y mochila ligera y contará con 30 minutos para enmascararse. A continuación se ocultará en una zona de terreno en la que no existan pantallas (matorrales, pozos, etc) que puedan cubrir totalmente al aspirante. Esa zona debería tener un frente de al menos 300 m. Desde una distancia de unos 400 m, otro instructor que no haya visto al aspirante ocultarse, tratará de detectarlo empleando prismáticos, en un tiempo de 5 minutos. El aspirante deberá mantener su arma apuntada hacia la dirección donde esté el observador.

Superará esta prueba cualquier aspirante que no haya cometido errores graves, aunque sea detectado.

9.4 Anexo D Tareas a completar en cada fase de instrucción.

	OBJETIVOS ESPECIFICOS		FICHA
FASE I TIRSEL	CONOCE Y DOMINA EL FUSIL HK G36-E		001-100-100 001-100-101 001-100-105
	CONOCE ALZA DIURNA /NOCTURNA		001-100-101
	CONFECCIONA Y UTILIZA ADECUADAMENTE LA LIBRETA DE TIRO		ANEXO B Y C
	CONOCE Y DOMINA LOS FUNDAMENTOS BASICOS DE PUNTERIA		001-100-102 001-100-103 001-100-104
	CONOCE Y DOMINA LAS DIFERENTES POSICIONES DE TIRO		001-100-106 001-100-107
	CONOCE LAS MISIONES Y EMPLEO DEL TIRADOR SELECTO DENTRO DE SU UNIDAD PELOTON /SECCION		-
	CONOCE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE BALÍSTICA INTERIOR, EXTERIOR Y DE EFECTOS		MI6-028
	TENDIDO SIN APOYO	300 M SOBRE BLANCO DE 1 M. 20 DISPAROS. 30´. 135 PTOS.	EVALUACIÓN
	RODILLA EN TIERRA SIN APOYO	300 M SOBRE BLANCO DE 1 M. 20 DISPAROS. 30´. 120 PTOS.	
	EN PIE SIN APOYO	300 M SOBRE BLANCO DE 1 M. 20 DISPAROS. 30´. 80 PTOS.	
	TENDIDO SIN APOYO	200 M SOBRE 3 SILUETAS Nº1 SEPARADAS 1,5 M. 20 DISPAROS. 2´. AL MENOS 4 IMPACTOS POR SILUETA.	
	RODILLA EN TIERRA SIN APOYO	200 M SOBRE 3 SILUETAS Nº1 SEPARADAS 1,5 M. 20 DISPAROS. 2´. AL MENOS 4 IMPACTOS POR SILUETA.	
EN PIE SIN APOYO	200 M SOBRE 3 SILUETAS Nº1 SEPARADAS 1,5 M. 20 DISPAROS. 2´. AL MENOS 3 IMPACTOS POR SILUETA.		
HA FINALIZADO CON APROVECHAMIENTO LA FASE DE TIRADOR SELECTO - NIVEL I			
FASE II TIRPREC	CONOCE LA HISTORIA DE LOS TIRPREC,S		-
	CONOCE Y DOMINA EL FUSIL DE PRECISIÓN ACCURACY AW/AP		702-100-001
	CONOCE Y DOMINA EL FUSIL DE PRECISIÓN BARRET M-95		710-100-002
	CONOCE Y DOMINA LOS VISORES DE PUNTERÍA DIURNOS Y NOCTURNOS		702-100-003
	CONOCE Y DOMINA LOS APARATOS DE MEDICIÓN Y OBSERVACIÓN		702-100-004
	CONOCE Y DOMINA LA ORGANIZACIÓN Y MISIONES DE LOS EQUIPOS DE TIRADORES DE PRECISIÓN		702-100-005
	CONOCE LOS TIPOS DE MUNICIÓN REGLAMENTARIA PARA TIRADORES DE PRECISIÓN		702-100-006
	CONOCE Y DOMINA EL CONCEPTO DE MOA Y MILÉSIMA		702-100-007
	CONOCE Y DOMINA EL CONCEPTO DE BALÍSTICA EXTERIOR Y AL ANÁLISIS DE LA TRAYECTORIA		702-100-008

	CONOCE LA NECESIDAD DE LA PRECISIÓN EN LA MEDICIÓN DE DISTANCIAS		702-100-009
	CONOCE Y DOMINA LA CONFECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL DIARIO DEL TIRADOR		702-100-010
	TAREAS INDIVIDUALES	CONOCE Y DOMINA EL PROCEDIMIENTO DE PUESTA A CERO DE LA MIRA TELESCÓPICA DEL FUSIL DE PRECISIÓN ACCURACY AW/AWP Y BARRET M-95	702-100-011 702-100-012
		CONOCE Y DOMINA LOS MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL EQUIPO, MATERIAL, ARMAMENTO Y MUNICIÓN PARA LA MISIÓN	702-100-013
		CONOCE Y DOMINA LOS MÉTODOS DE CAMUFLAJE Y ENMASCARAMIENTO	702-100-014
		CONOCE Y DOMINA LOS MÉTODOS DE CONFECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE TABLAS DE TIRO PERSONALIZADAS	702-100-015
		REALIZA CON PRECISIÓN LAS COMPROBACIONES PREVIAS AL DISPARO (CHECK LIST)	702-100-016
		REALIZA CON PRECISIÓN LA PUNTERÍA	702-100-017
		CONOCE Y DOMINA LOS MÉTODOS EXPEDITOS DE ESTIMACIÓN DE DISTANCIAS	702-100-018
		CONOCE Y DOMINA LOS MÉTODOS DE OBSERVACIÓN	702-100-019
		CONOCE Y DOMINA EL PROCEDIMIENTO DEL CERO DIRECTO (POINT BLANK ZERO)	702-100-020
		TRANSMITE CON PRECISIÓN LOS DATOS DE TIRO	702-100-021
		CONOCE Y DOMINA LA MEDICIÓN Y CORRECCIÓN DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO Y OTROS FACTORES METEOROLÓGICOS CAMBIANTES	702-100-022
		CONOCE Y DOMINA LOS MÉTODOS DE CORRECCIÓN PARA SEGUNDO DISPARO	-
	TAREAS COLECTIVAS	CONOCE Y DOMINA LA CONFECCIÓN DE UNA TARJETA DE ALCANCE	702-100-046
		CONOCE Y DOMINA LA SECUENCIA DEL DISPARO	702-100-047
		CONOCE Y DOMINA LA CORRECCIÓN DE DISTANCIA POR ÁNGULO DE INCLINACIÓN	702-100-048
		CONOCE Y DOMINA LA OCUPACIÓN DE LA POSICIÓN DE TIRO	702-100-049
		APLICA LAS TÉCNICAS DE RATREO Y ANTIRRASTREO	702-100-051
		REALIZA MISIONES DE CONTRA-TIRADOR	702-100-053
		REALIZA MISIONES EN TERRENO URBANO	702-100-054
		CONOCE EL SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE MISIONES ESPECÍFICAS DE TIRPREC,S	-

	MANTENIMIENTO	REALIZA EL MANTENIMIENTO DEL FUSIL ACCURACY AW/AWP	702-100-148
		REALIZA EL MANTENIMIENTO DEL FUSIL BARRET M-95	702-100-149
		REALIZA EL MANTENIMIENTO DE VISORES DE PUNTERÍA DIURNO Y NOCTURNO	702-100-150
	EMTP	REALIZA TIRO EFECTIVO DIURNO AL SEGUNDO DISPARO SOBRE OBJETIVO ESTÁTICO HASTA 600 M	MI6-101
		REALIZA TIRO EFECTIVO NOCTURNO AL SEGUNDO DISPARO SOBRE OBJETIVO ESTÁTICO HASTA 300 M	MI6-101
		CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENER DATOS , ASIGNAR OBJETIVOS A EQUIPOS COMPUESTOS POR 1 OBSERVADOR Y DOS TIRADORES	
	EPTP	REALIZA TIRO EFECTIVO DIURNO AL SEGUNDO DISPARO SOBRE OBJETIVO ESTÁTICO HASTA 800 M	MI6-101
		REALIZA TIRO EFECTIVO NOCTURNO AL SEGUNDO DISPARO SOBRE OBJETIVO ESTÁTICO HASTA 300 M	MI6-101
		CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENER DATOS , ASIGNAR OBJETIVOS A EQUIPOS COMPUESTOS POR 1 OBSERVADOR Y DOS TIRADORES	
	HA FINALIZADO CON APROVECHAMIENTO LA FASE DE TIRADOR DE PRECISION - NIVEL II		
<b>FASE III TIRPREC AVANZA DO</b>	CONOCE Y EMPLEA LOS SISTEMAS COMPUESTOS DE MEDICION DE DISTANCIAS DIRECTAS E INDIRECTAS, GPS Y SIG		
	CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS METODOS DE OBTENCION DE TABLAS CON SOFTWARE BALISTICO		
	CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE GUIADO A SU TIRADOR		
	CONOCE LOS EFECTOS DE LA TRAYECTORIA AL DISPARAR A TRAVÉS DE BARRERAS		
	CONOCE LOS PROCEDIMIENTOS DE APOYO A SU UNIDAD		
	CONOCE Y APLICA LOS METODOS DE CALIFICACIÓN DE FUEGOS INDIRECTOS		
	IDENTIFICA EL ARMAMENTO EMPLEADO EN PRECISION Y LAS TENDENCIAS ACTUALES		
	PLANEA Y EJECUTA UN TEMA TÁCTICO OCUPANDO SU PUESTO TÁCTICO, DE FORMA AISLADA		
	CONOCE LOS PRINCIPIOS DE TIRO SOBRE OBJETIVOS EN MOVIMIENTO/ TIRO CON DIFERENCIA DE NIVEL(TIRO EN ÁNGULO)		
	EMTP	REALIZA TIRO EFECTIVO DIURNO AL SEGUNDO DISPARO SOBRE OBJETIVO ESTÁTICO HASTA 800 M	
		CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENER DATOS , ASIGNAR OBJETIVOS A EQUIPOS COMPUESTOS POR 1 OBSERVADOR Y DOS TIRADORES	

		CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENER DATOS, ASIGNAR OBJETIVOS A EQUIPOS COMPUESTOS POR 1 OBSERVADOR Y DOS TIRADORES DE DISTINTO CALIBRE	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO DIURNO SOBRE OBJETIVO EN MOVIMIENTO A DISTANCIA CONOCIDA	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO NOCTURNO SOBRE OBJETIVO EN MOVIMIENTO A DISTANCIA CONOCIDA	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO DIURNO SOBRE OBJETIVOS EN MOVIMIENTO A DISTANCIA DESCONOCIDA	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO NOCTURNO SOBRE OBJETIVO EN MOVIMIENTO A DISTANCIA DESCONOCIDA	
		REALIZA EJERCICIOS DE TIRO EN EL QUE INTERVIENEN VARIOS EQUIPOS DE TIRADORES ACTUANDO COMO COORDINADOR DE FUEGOS	
	EPTP	REALIZA TIRO EFECTIVO DIURNO AL SEGUNDO DISPARO SOBRE OBJETIVO ESTÁTICO HASTA 1200 M	
		CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENER DATOS , ASIGNAR OBJETIVOS A EQUIPOS COMPUESTOS POR 1 OBSERVADOR Y DOS TIRADORES	
		CONOCE Y APLICA CORRECTAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENER DATOS, ASIGNAR OBJETIVOS A EQUIPOS COMPUESTOS POR 1 OBSERVADOR Y DOS TIRADORES DE DISTINTO CALIBRE	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO DIURNO SOBRE OBJETIVO EN MOVIMIENTO A DISTANCIA CONOCIDA	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO NOCTURNO SOBRE OBJETIVO EN MOVIMIENTO A DISTANCIA CONOCIDA	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO DIURNO SOBRE OBJETIVOS EN MOVIMIENTO A DISTANCIA DESCONOCIDA	
		REALIZA LAS PRÁCTICAS DE TIRO NOCTURNO SOBRE OBJETIVO EN MOVIMIENTO A DISTANCIA DESCONOCIDA	
		REALIZA EJERCICIOS DE TIRO EN EL QUE INTERVIENEN VARIOS EQUIPOS DE TIRADORES ACTUANDO COMO COORDINADOR DE FUEGOS	
	HA FINALIZADO CON APROVECHAMIENTO LA FASE DE TIRADOR AVANZADO DE PRECISION - NIVEL III		



### 9.5 Anexo E. Experimento en condiciones de frio extremo con Accuracy AW.

Distancia	Ejercicio	Temperatura	Desnivel/ Inclinacion	Viento	Presion	Altura	Resultado
300 m	1º	-30				3000	1,2 izq.
							7,2 bajo
	2º	-15		20 (a las 12)		2700	1,6 izq.
							3,2 bajo
	3º	-40				3000	1,36 izq.
							14 bajo
	4º	-15	-85	20 (a las 12)		3000	0,4 izq.
							12 alto
	5º	-15		50 (a las 12)		2700	3,56 izq.
							8,72 bajo
	6º	-40		10 (a las 10)	650	2500	14 izq.
							8,4 bajo
7º	-20	-50			2700	0,64 izq.	
						3,8 alto	
8º	-20	-25			2700	0,8 izq.	
						4,8 bajo	
9º	-20	-35			2700	0,8 dcha.	
						1,6 bajo	
600m	10º	-40				3000	6,4 dcha.
							73,4 bajo
	11º	-20	-85			3000	1,8 dcha.
							243 bajo
	12º	-20	-35			3000	3,2 dcha.
							77 bajo
	13º	-40			650	2700	3,8 dcha.
							69 bajo
14º	-20			650	3000	0,9 dcha.	
						58 bajo	
15º	0			650	3000	0,5 dcha.	
						42 bajo	
Unidades		º C	%	Km/h	mmHg	m	cm

## 9.6 Anexo F. Cuestionario para tiradores de precisión de la JTM. Resultados.

**Empleo y nombre:**

**Tiempo como tirador:**

**Puesto táctico (tirador, observador o jefe de pelotón de tiradores):**

*Este cuestionario consta de doce preguntas, las cuales son abiertas. El objetivo es identificar las vicisitudes que encuentran los ETP de la JTM en su puesto táctico e intentar averiguar cómo mejorar la operatividad de los mismos. Se ruega realicen el cuestionario INDIVIDUALMENTE y con la mayor SERIEDAD posible, aportando su EXPERIENCIA y MADUREZ como miembro de un ETP.*

*La información obtenida se utilizará únicamente en la elaboración del Trabajo de Fin de Grado (TFG) del Caballero Alférez Cadete de Infantería Jaime Fernández Mora.*

- 1.- ¿Qué dificultades encuentra en el tiro en frío?
- 2.- ¿Qué cambiaría del equipo de dotación para evitar el frío en su puesto táctico?
- 3.- En un terreno nevado ¿ve dificultades añadidas? ¿Cuáles?
- 4.- Para el mantenimiento de su fusil de precisión durante una operación con condiciones adversas, ¿necesita materiales específicos? (aceites especiales, protectores del visor...) Indique cuales.
- 5.- Para moverse por terreno nevado que prefiere ¿Esquí o raquetas? Justifique la respuesta, aunque sea obvia.
- 6.- En base a su experiencia, ¿cuál de las condiciones atmosféricas afectan más al tiro de precisión? (Aparte del viento racheado lateral racheado)
- 7.- A la hora del tiro en frío, ¿qué afecta más: el material de protección contra el frío (abrigo), el fusil de precisión o las capacidades físicas y psicológicas del tirador y observador?
- 8.- ¿Que aplicaciones o medios informáticos utilizan como apoyo para el observador? ¿Cree que el ejército debería desarrollar una aplicación específica para los ETP de las FAS? En caso afirmativo, ¿qué capacidades debería tener dicha aplicación?
- 9.- ¿Cree que se deberían revisar los procedimientos actuales relacionados con los tiradores de la JTM? En caso afirmativo, ¿en qué aspectos deberían variar según su opinión?
- 10.- ¿Cree que los tiradores de precisión de la JTM, y que operan en condiciones propias de la montaña, deben tener unas cualidades físicas o psicológicas específicas? En caso afirmativo exponga cuales son.
- 11.- ¿Cree que algún fármaco puede ayudar al tiro de precisión? (Fármacos que ralenticen la frecuencia cardiaca, disminuyan el pulso sanguíneo, que ayuden a la concentración...).
- 12.- ¿Que materiales propone para mejorar las capacidades operativas de los tiradores de precisión?

*Gracias por su colaboración.*

## Resultados.

	Tirador 1	Tirador 2	Jefe de pelotón de tiradores 1	Observador 1	Observador 2	Tirador 3	Jefe de pelotón de tiradores 2	Jefe de pelotón de tiradores 3
Difficultades disparo en frío	Espera al objetivo	Espera al objetivo	Espera al objetivo	Falta de tablas reales para el 1º disparo	Espera al objetivo	Espera al objetivo	Espera al objetivo	Falta de tablas reales para el 1º disparo
Cambios en el equipo	Forro polar	Saco dormir /ropa de abrigo	Forro polar / Saco dormir	Ropa de abrigo	Ropa de abrigo	Forro polar /Intemperie	Intemperie / Saco dormir	Ropa de abrigo
Difficultades en terreno nevado	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar	Reflejo luz solar
Material específico para mantenimiento	Aceite para frío	Lubrificantes para frío	Aceite para frío	Aceite para frío	Protector para evitar reflejos	Lubrificantes para frío	Aceite para frío	Aceite para frío
Esquis o raquetas	Esquis, depende terreno	Esquis, depende terreno	Combinacion de ambas	Esquis	Esquis, depende terreno	Combinacion de ambas	Esquis, depende terreno	Esquis, depende terreno
Condición atmosférica que mas afecta	Oscilacion térmica	Temperatura	Oscilacion térmica	Oscilacion térmica	Oscilacion térmica	Temperatura	Temperatura	Oscilacion térmica
Que afecta más en el factor humano	Material contra frío/ Capacidad fisica	Capacidad fisica	Capacidades/ fusil/ Material	Capacidad fisica	Capacidad fisica	Material contra frío	Capacidad fisica	Capacidades /fusil/ material
Material de apoyo para observador	Calculador balistico civil	Calculador balistico civil + tablas de tiro	Calculador balistico civil	Calculador balistico civil	Calculador balistico civil	Calculador balistico civil	Calculador balistico civil + tablas de tiro	Calculador balistico civil
Cambios en los procedimientos	No	No/ aumentar horas de instrucción	No	No	No/ aumentar horas de instrucción	No	No	No
Cualidades o aspectos específicos	Fuerza / permanencia en el puesto	Resistencia fisica/ Dureza psicológica	Permanencia en el puesto	Resistencia fisica	Fuerza / permanencia en el puesto	Resistencia/ permanencia en el puesto	Templanza/ permanencia en puesto	Resistencia
Fármacos	No	No	No	No	No	No	No	No
Material para mejorar operatividad	Traje completo de primaloft	Manoplas tridedo	Traje de primaloft /Manoplas tridedo	Chaqueta primaloft	Saco pumas/manoplas tridedo	Saco plumas/ Plancheta mas aislante	Traje plimaloft	Manoplas tridedo/ Chaqueta primaloft

Debido a la escasez de personal cualificado en la materia no se pudo realizar el cuestionario a más sujetos. Al tratarse algunas preguntas de temas tácticos, cierta información no se ha podido revelar al ser confidencial tal y como mandos del BCZM expresaron.